# Evolução

**Edilson Divino de Araujo**

**São Cristóvão/SE**
**2012**

# Sumário

# Aula 1

## HISTÓRICO DO PENSAMENTO EVOLUCIONISTA

### META

Contextualizar o pensamento evolucionista no tempo e associá-lo a formação do pensamento biológico, como subsídio de formação acadêmica para o estudante de Biologia.

### OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

Entender que o pensamento evolucionista na atualidade possui alicerces bem estabelecidos que foram conquistados cientificamente a partir de uma visão de mundo muito diferente da atual;

Compreender a oposição entre o essencialismo Platônico e o evolucionismo Darwiniano, que resultou na mudança das ideias fixistas onde a diferença entre os indivíduos era considerada um desvio da perfeição, para a ideia evolucionista, onde a variação é uma propriedade natural das espécies biológicas;

Compreender como a Biologia Evolutiva encontra-se na atualidade e como esta contribuiu para o progresso da Ciência.

### PRÉ-REQUISITO

Noções de genética básica.

**Edilson Divino de Araujo**

# INTRODUÇÃO

Prezados estudantes,

Sejam bem vindos ao curso de Evolução. O geneticista Theodosius Dobzhansky, uma figura importantíssima para as áreas de genética e evolução no século XX, cunhou uma frase que continua muitíssimo atual: "*Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution*" (nada faz sentido em Biologia exceto à luz da evolução). Na formação de um biólogo torna-se cada vez mais clara a importância da evolução como área integradora da Biologia, por permitir a ligação entre todas as áreas do conhecimento biológico, segundo uma lógica espaço temporal que organiza a árvore da vida no nosso planeta. O pensamento evolutivo, por sua vez é o braço histórico da Evolução que nos permite compreender como os estudiosos, desde a Grécia antiga, pensavam a respeito do fenômeno da vida e de suas possibilidades de mudança ao longo do tempo. Esse histórico parte de uma época em que a ciência, da forma que conhecemos hoje, ainda não existia, mas nem por isso devemos negligenciar a importância dos pensadores antigos, que de algum modo influenciaram diretamente a cultura ocidental. Você perceberá que o nascimento da ciência despertou a possibilidade de criação de novos modelos, que até então estariam completamente dissociados das ideias estabelecidas ao longo de muitos séculos.

## ANTES E DEPOIS DE CHARLES DARWIN

O naturalista inglês Charles Darwin serve como divisor de águas no histórico do pensamento Biológico. Darwin nasceu no interior da Inglaterra no ano de 1809, como veremos a diante, mas suas ideias revolucionárias para o mundo da Biologia só foram reveladas em 1859 com a publicação do livro "*A origem das Espécies*", então seria importante questionar: como era o pensamento biológico antes de Darwin? A resposta a essa pergunta não é simples por vários motivos, mas o nosso desafio nesse primeiro capítulo é trazer luz sobre como se estruturou o pensamento biológico antes de Darwin, discutir a sua influência e, finalmente, tratar dos principais desdobramentos históricos do evolucionismo desde Darwin até os dias atuais. Portanto, caros estudantes, teremos o difícil desafio de percorrer cerca de 2400 anos de história, tentando reconhecer a trilha do pensamento evolucionista que servirá de importante alicerce para a formação de um biólogo.

Figura 1.1-Mais de 2000 anos de história (Fonte: http://www.sciencephoto.com).

## VIAJANDO NO TEMPO

Começaremos a nossa jornada na Grécia antiga, que é considerada por muitos como um importante berço da história ocidental. Escolhemos Platão (427-347 a.C) como o primeiro personagem histórico por ser considerado um dos principais pensadores gregos e por ter influenciado profundamente a filosofia ocidental, ajudando a construir as bases da filosofia natural, da ciência e da filosofia.

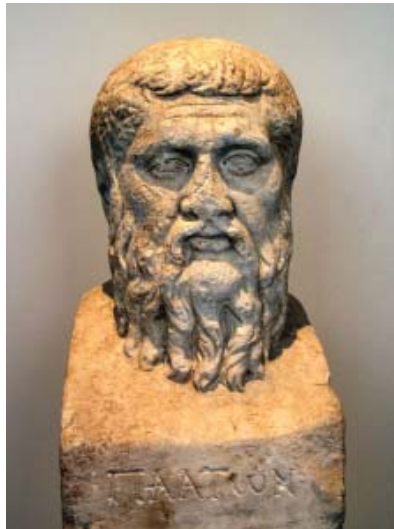



Figura 1.2 Escultura representativa de Platão (Fonte: http://greciantiga.org).

Além disso, Platão fundou a Academia em Atenas, considerada a primeira instituição de educação superior do mundo ocidental. Antes de continuar falando sobre Platão, vamos olhar ao redor como exploradores do seu mundo. Como seria a cidade de Atenas? Quais eram os costumes daquela época? Como as pessoas se relacionavam nessa sociedade? Qual a posição de Platão nesse contexto?

Quando Platão andava pelas ruas de sua cidade, Atenas já era uma cidade bastante antiga e naquela época era a mais próspera da Grécia e dona de uma grande riqueza cultural. A dinâmica de relacionamento entre as cidades naquele tempo era bem diferente do de hoje, existiam grandes disputas entre as principais cidades (consideradas cidades-estado), ao ponto de nesse período Atenas ter sido atacada por outras cidades que cobiçavam suas riquezas numa guerra que durou 27 anos, sobre o poderio militar de Esparta, que acabou vencendo Atenas e tomando-a para si. Logo, o mundo ao redor de Platão não era fácil.

Atenas era cercada por muralhas que se estendiam até o porto de Pireu que dava acesso ao mar Egeu, numa região de planície rodeada de montanhas. Suas condições de saneamento eram precárias e a peste dizimava boa parte da população naquela época. Entretanto, o período vivido por Platão foi de grande prosperidade e o ambiente desafiador ao

seu redor era corroborado pela presença de grandes pensadores e de uma estrutura social que o favorecia no exercício da filosofia, uma vez que Atenas era democrática, ainda que Sócrates (469 a 399 a. C) e seus discípulos não concordassem com esse regime, preferindo uma sociedade que fosse governada por pensadores.

Figura 1.3 - Mapa de Atenas no período na Grécia Antiga
(Fonte: http://www.biblioteca.templodeapolo.net).

Platão foi o principal discípulo de Sócrates, uma figura pitoresca que diziam não gostar muito de tomar banho e que gostava de andar descalço, mas que é considerado o principal filósofo grego do período clássico. Paradoxalmente, Sócrates foi de origem humilde e parece não ter deixado nada escrito. Boa parte do que se sabe atualmente sobre as contribuições de Sócrates para a ética, epistemologia e lógica, foram obtidas dos relatos contidos nas escrituras de Platão, Aristóteles e outros filósofos da época. Sócrates era uma figura muito influente entre os cidadãos de Atenas, considerado um grande sábio, mas que acabou sendo condenado à morte injustamente por sua forma de fazer filosofia. Infelizmente não caberá nesse livro tratar sobre esse assunto, uma vez que o histórico do pensamento biológico não está diretamente relacionado a esse filósofo, mas se você se interessou pela história de Sócrates, faça uma visita ao sítio: http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/momentos/escola/socrates/soccidadao.htm.

Platão pertencia a uma família tradicional de Atenas e teve a melhor educação, tendo encontrado Sócrates aos 20 anos de idade (enquanto

Sócrates tinha 63). O encontro com Sócrates foi decisivo em sua vida, tendo permanecido com ele durante 8 anos, até a sua morte em 399 a.C. Após a morte de Sócrates, Platão andou por diversos lugares, sempre envolvido com diversos outros filósofos da época, tendo a filosofia passado a ser para Platão uma oportunidade de organizar e realizar uma comunidade humana fundada na justiça. No ano de 387 a.C. Platão regressou a Atenas e fundou sua escola, denominada *Academia* em um jardim público afastado de Atenas (Jardim de *Academus*). A escola de Platão primava pelo ensinamento dialético, onde o saber era encontrado pela busca individual, por meio de constantes questionamentos. Em função disso, o termo Academia ganhou o seu significado atual como um local onde o saber não apenas é ensinado, mas produzido. Platão formou diversos filósofos até o resto de sua vida na academia, instituição que ainda durou vários séculos até ser fechada em 529 da era Cristã por imposição do imperador romano Justiniano.

Agora que vocês já sabem um pouco mais sobre a vida de Platão, vamos tratar de sua influência no pensamento biológico.

Com Platão a filosofia grega mudou radicalmente de posição em relação à origem e evolução da vida, sendo considerada uma das maiores influências negativas no histórico do pensamento biológico em função de 4 pontos básicos da filosofia de Platão: 1 – O Essencialismo, que postula que os seres e objetos no mundo ideal possuiriam um "*εϊδος* " (essência) que refletiria suas propriedades básicas. Sob esse ponto de vista as variações encontradas entre os objetos do mesmo grupo ou entre os indivíduos de uma mesma espécie no mundo físico seriam meras distorções (erros) da essência básica e perfeita do mundo ideal. Tais pensamentos se encaixaram perfeitamente durante o domínio do império Romano em que o Cristianismo utilizou a ideia da essência (*εϊδος* ) como os modelos perfeitos pensados por Deus no momento da criação especial do mundo, conforme descrito no livro *Gênesis*; 2- A harmonia do universo, que dava uma ideia de ordem e perfeição do mundo; 3- A força criativa, algo que substitui a ideia anterior de geração espontânea para a origem da vida, que remete tal tarefa a um ser superior, criador e; 4 – A força vital, uma força interna não explicada que seria encontrada nos seres vivos, tal como um sopro divino que no cristianismo foi utilizada para os seres humanos com o significado de "Alma". Esses quatro fatores da filosofia de Platão predominaram sobre o pensamento ocidental durante cerca de 2000 anos e realmente representam um grande atraso para o pensamento biológico.

O mais proeminente discípulo de Platão foi Aristóteles (384-322 a.C.), um filósofo proveniente da Macedônia altamente produtivo com contribuições em diversas áreas do conhecimento científico, como Política, a Lógica e a Física, tendo permanecido durante 20 anos na Academia até a morte de Platão. Na Biologia dedicou-se principalmente à zoologia, apresentando uma das primeiras classificações do reino animal. Em 343 a.C. tornou-se tutor de Alexandre o Grande, na época com 13 anos de

idade, que seria o mais célebre conquistador do mundo antigo. Em 335 a.C. Alexandre assumiu o trono e Aristóteles voltou para Atenas, onde fundou o *Liceu* (*Lyceum*) em 335 a.C. O *Liceu*, ao contrário da *Academia* privilegiava a história natural e os estudos ao ar livre. As ideias de Aristóteles não eram totalmente alinhadas às de seu mestre. Enquanto a filosofia de Platão dividia o mundo em dois: o mundo abstrato das ideias (mais importante) e o mundo concreto, Aristóteles defendia a existência de um único mundo, o que vivemos, tendo ocupado grande parte do seu tempo com a descrição dos seres vivos, que era irrelevante para Platão, que se preocupava principalmente com a Geometria.

Figura 1.4 - Escultura representando Sócrates (Fonte: http://greciantiga.org).

Aristóteles é considerado o pai da Abiogênese. De acordo com essa teoria seres vivos poderiam nascer a partir de matéria inanimada sob condições especiais com o auxílio de um princípio ativo. Amplamente aceita até séculos mais recentes, a Abiogênese faz parte de uma teoria Aristotélica mais ampla conhecida como Fixismo, que defendia que as espécies seriam permanentes, perfeitas, imutáveis e independentes umas das outras, uma herança do essencialismo de Platão. Um exemplo disso seriam as aves que viviam à margem de lagoas que teriam surgido do germe da vida presente em plantas próximas, segundo essa teoria.

Esse panorama de estagnação (essencialismo e fixismo) permaneceu inalterado mesmo durante o período de revolução científica iniciado no século XVI na Europa e que seguiu até o século XVI. No século XV o desenvolvimento tecnológico ocidental inaugurou a era das grandes navegações.

Figura 1.5 - A expansão marítima (Fonte:http://educador.brasilescola.com).

Esse é um período muito importante para as ciências biológicas por ter trazido uma nova visão sobre a dimensão da diversidade biológica. As viagens realizadas pelos navios europeus e a descoberta das regiões tropicais e de outras áreas longínquas do planeta resultaram numa explosão de conhecimento de novas espécies até então ignoradas no mundo ocidental. Ao mesmo tempo em que os europeus se encantavam com as novidades trazidas pelas novas descobertas, iniciava-se também um processo de colonização e de imposição cultural para as regiões descobertas e que ainda permanece em algum grau na atualidade. Ao invés de conhecer as florestas tropicais resolveram explorá-las, destruí-las e substituí-las por culturas agrícolas e criação de animais provenientes do velho mundo, impondo um modelo de desenvolvimento baseado na destruição da biodiversidade antes mesmo de conhecê-la. Para saber mais sobre as grandes navegações leia:

http://www.infoescola.com/historia/grandes-navegacoes/.

Durante a revolução científica dos séculos XVI e XVII o panorama do essencialismo não mudou, especialmente por ter ficado bastante restrito às ciências físicas, com a contribuição de Isaac Newton, Descartes, Leibniz, dentre outros. A visão mecanicista do mundo apresentada por esses cientistas ainda se sustentavam no essencialismo de Platão e, portanto, incompatível com a ideia de evolução. Para ilustrar esse ponto de vista, existe uma citação atribuída a Descartes que teria afirmado que como Deus era onipotente, ele teria criado apenas a perfeição que, por definição, não poderia se aprimorar com o passar do tempo.

## UM POUCO ANTES DE DARWIN

Durante o século XVIII surgiram muitas figuras importantes para a história natural. O sueco Carl Linnaeus (1707-1778) pode ser considerado o precursor da moderna história natural. Lineu (como é conhecido no Brasil) conheceu os mais destacados cientistas de sua época e produziu vários livros, entre eles uma obra que lhe trouxe notoriedade internacional, *Systema naturae* (1735), um livreto de 12 páginas tratando sobre os reinos animal, mineral e vegetal, a primeira de suas publicações na Holanda que denotava o sentido de suas pesquisas: elaborar um método de agrupamento dos seres que permitisse compreender as leis naturais e divinas. Agrupou em classes, ordens, gêneros e espécies as espécies de plantas já conhecidas e as que então eram descobertas em ritmo acelerado. Para identificá-las de modo válido em todo o mundo, atribuiu-lhes um primeiro nome em latim, correspondente ao gênero, e um segundo, que indicava a espécie.

Figura 1.6 - Ilustração de Carl Linnaeus na nota de 100 Coroas Suecas
(Fonte: http://www-personal.umich.edu).

A nomenclatura binomial trouxe imediatos progressos ao estudo da botânica e manteve-se ainda em vigor na classificação sistemática dos seres vivos. Notabilizado pela singular contribuição na catalogação de milhares de espécies de plantas e animais e pela nomenclatura binomial, é considerado o pai da Taxonomia e organizador da primeira base biológica de dados no sentido moderno. No entanto, Lineu seguia preceitos absolutamente essencialistas e foi um adepto da teoria da fixidez das espécies, apesar de ter admitido que novas espécies poderiam ser originadas por hibridação. Maiores informações sobre Lineu podem ser conseguidas em http://www.uc.pt/herbario_digital/lineu/Pr_flores.

Da mesma forma que Lineu, um naturalista alemão denominado Alexander Von Humboldt (1769-1859) inspirou gerações de jovens europeus por meio da descrição científica detalhada de suas viagens e de sua polivalência científica.

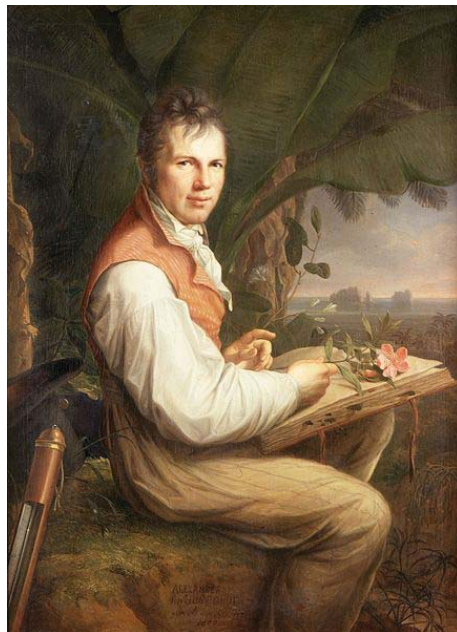



Figura 1.7- Alexander von Humboldt, pintura de Friedrich Georg Weitsch, 1806.
(Fonte: http://pt.wikipedia.org).

Na Europa do final do século dezessete Humboldt só era menos conhecido que Napoleão Bonaparte, ou seja, um verdadeiro *Pop Star*. Apesar de ter empreendido diversas expedições, foi sua viagem exploratória pela América Central e América do Sul (1799-1804) e pela Ásia Central (1829) que o tornaram mundialmente conhecido. Sua principal obra é o *Kosmos*, uma condensação do conhecimento científico de sua época. A sua viagem a América Latina custou a Humboldt um terço de suas economias. Foi uma das mais notáveis expedições científicas de todos os tempos, reunindo um conjunto de dados de um valor científico inestimável. Humboldt percorreu, durante sua expedição pelas Américas, um total de 9650 km, se deslocando a pé, a cavalo ou em canoas. A expedição atravessou a Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Cuba e México. Infelizmente foi impedido de permanecer

no Brasil, pois os portugueses pensaram que ele fosse um espião alemão quando o encontraram em terras brasileiras perto da fronteira venezuelana. Uma característica que torna essa expedição excepcional é que ela foi conduzida sem nenhum interesse comercial, tendo como única motivação o desejo de conhecimento. Nos textos referentes a viagem à América Latina, Humboldt já afirmava ser possível descobrir os vínculos existentes entre os seres vivos e e o meio ambiente, estudar suas relações mútuas e explicar como se distribuem no espaço, além de sua atenção à perspectiva histórica, interessando-se pela evolução e pelas relações observadas na natureza, o que fez desse cientista uma dos pioneiros a romper com a linha tradicional de pensamento que considerava a natureza como algo estático e imóvel. Os textos sul-americanos de Humboldt compreendem trinta volumes publicados em trinta anos, tendo residido em Paris durante 18 anos entre 1808 e 1826, período de ouro das ciências Naturais em Paris.

Na França do final do século dezoito e início do século dezenove a história natural vivia um momento de efervescência juntamente com a própria sociedade francesa. Com mais de 20 milhões de habitantes a França era o país mais populoso do mundo ocidental com graves problemas sociais e uma sociedade bastante injusta, onde burgueses e camponeses (terceiro Estado), que representavam cerca de 98% da população, sustentavam os outros dois Estados privilegiados constituídos pelas famílias tradicionais do segundo Estado (nobreza) e pelo clero (primeiro Estado), com um rei absoluto. Além disso, a França detinha um grande poder econômico que envolvia nobres e burgueses com comércio muito expressivo e um forte setor industrial nascente. No entanto, a economia era desequilibrada e caótica, especialmente em função dos gastos supérfluos da nobreza e pela alta taxa de impostos pagos pelo terceiro Estado. Tal situação social deu origem ao descontentamento geral e a uma série de acontecimentos vinculados às ideias iluministas no período de 1789 a 1799, denominado Revolução Francesa. A Revolução é considerada como o acontecimento que deu início à Idade Contemporânea. Aboliu a servidão e os direitos feudais e proclamou os princípios universais de "Liberdade, Igualdade e Fraternidade". Em 1799 Napoleão Bonaparte liderou um golpe de Estado e em 1804 foi proclamado imperador. Nesse período a França ocupou uma posição hegemônica na Europa que se estendeu até a queda de Napoleão na batalha de Waterloo em 1815.

Do ponto de vista do pensamento biológico o *Jardin du roi* (Jardim do Rei), renomeado *Jardin des plantes* (Jardim das Plantas) em função da revolução francesa é um lugar perfeito para ligar a história ocidental à origem do pensamento evolucionista. O *Jardin des Plantes* está localizado no *5º Arrondissement* de Paris como parte integrante do Museu Nacional de História Natural em um parque de 23,5 hectares cuja história se estende de 1640 aos dias atuais por onde passaram boa parte dos grandes nomes da história natural.

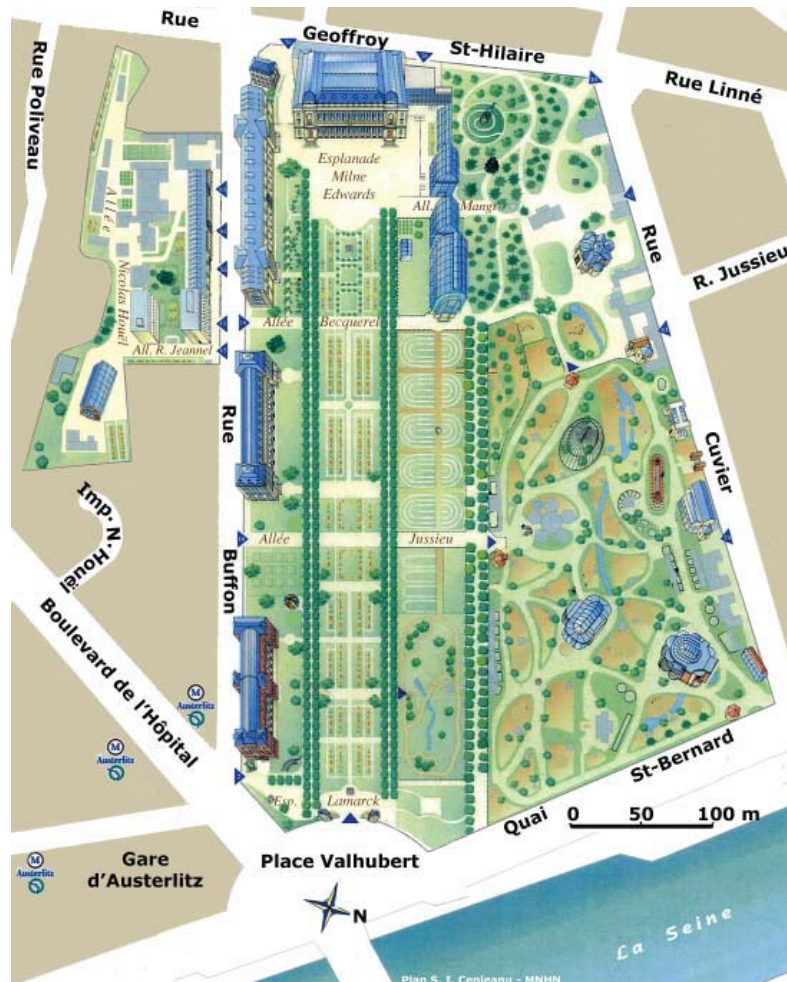



Figura 1.8 - Jardindes Plantes em Paris, antigo JardinduRoi
(Fonte: http://fr.wikipedia.org).

Georges-Luis Leclerc – o conde de Buffon (1707-1788), contemporâneo de Lineu era diferente deste em quase tudo.

Figura 1.9 - Conde de Buffon
(Fonte: http://franceshunter.files.wordpress.com).

Buffon era rico e estudou direito, física e ciências naturais. Não precisando se preocupar com dinheiro, pôde se dedicar integralmente à história natural e com 27 anos de idade ingressou na Academia Francesa de Ciências, mas foi como intendente (diretor) do *Jardin du Roi* a partir de 1739 que se destacou, transformando o Jardim Real em renomada instituição científica e detentora de um enorme acervo de plantas, animais e minerais. Buffon foi, sem dúvida, o principal naturalista teórico do século XVIII por suas contribuições às gerações futuras de pesquisadores da história natural. No ano de 1749 o conde de Buffon iniciou uma grande obra com dezenas de volumes, denominada *Histoire Naturelle*, com ênfase em animais vivos e sua história de vida, essa enciclopédia de história natural era lida na época praticamente por todo europeu educado, exercendo um tremendo impacto nos estudos de história natural. Enquanto Lineu foi o fundador da sistemática, Buffon fez da história natural o passa tempo de cada um e transformou um *hobby* dos europeus numa área com *status* de ciência, trazendo diversos temas que seriam fundamentais para estudos que seriam desenvolvidos no futuro em diversas áreas, tais como: ecologia, comportamento animal, biogeografia e, especialmente, na área de evolução. Entretanto, nesse último aspecto Buffon tornou-se um dos nomes mais controversos da história do pensamento biológico, já que é considerado por muitos como o pai do evolucionismo por ter discutido profundamente quase todos os problemas tratados na área de evolução que se tornariam fundamentais para Lamarck, Darwin e todos os evolucionistas posteriores, mas simultaneamente negava severamente a existência de evolução biológica, expressando ideias muito similares às de Aristóteles. Por outro lado, analisar a vida e a obra do conde de Buffon não é tarefa fácil, tanto em função da vastidão de sua obra quanto pelas suas mudanças de opinião ao longo do tempo e ainda pelas contradições encontradas em seus argumentos. Existem indícios de que talvez Buffon não fosse de fato adepto da fixidez das espécies, mas precisava transparecer isso em função de sua posição social e pelo poder exercido pela igreja naquele tempo, tanto que no ano de 1751 teve que se retratar aos teólogos da Sorbonne (antiga universidade de Paris) quanto a declarações dadas por ele sobre a história e a idade da terra, que era estimada por ele em 75.000 anos, muito mais que os 6000 anos defendidos pela igreja naquele tempo. Em resumo, Buffon ocupa uma posição ambígua, tendo atrasado e estimulado o estudo da evolução. No sentido de atraso, endossou a fixidez das espécies com o argumento da inviabilidade dos híbridos eventualmente formados entre duas espécies com argumentos incompatíveis à mudança evolutiva. Como contribuições positivas ao evolucionismo, Buffon trouxe: 1) a ideia de evolução para o meio científico, como objeto próprio de pesquisa, considerando que seria possível a transformação de uma espécie para uma parente próxima (mas não admitia a possibilidade de maiores transformações); 2) Seus resultados de dissecações formaram a base do que seria mais tarde a biologia comparada; 3) É o responsável

pela primeira noção de tempo profundo, tirando o foco da cronologia da terra baseada em estudos bíblicos para o foco geológico envolvendo uma maior escala de tempo; 4) Fundador da biogeografia, tendo agrupado os grupos de plantas e animais descritos por suas origens geográficas. Quando Buffon morreu em 1788, um ano antes do início da revolução francesa, o *Jardin du Roi* havia se tornado uma instituição consolidada e representava o principal centro de estudos de história natural daquele tempo.

Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829), conhecido por todos os biólogos simplesmente por Lamarck também tem a sua história marcada pelo *Jardin du Roi* e pelo conde de Buffon. Lamarck pertencia a uma família pobre de nobres do Norte da França e começou a sua vida adulta lutando no exército francês, tendo inclusive participado de batalhas durante a guerra dos sete anos (1756-1763), o primeiro conflito em escala mundial envolvendo interesses econômicos e territoriais tendo como principais rivais a França e a Inglaterra, as maiores potências econômicas da época. Felizmente Lamarck saiu do exército francês aos 19 anos e foi viver em Paris.

Figura 1.10 - Lamarck
(Fonte: http://www.ucl.ac.uk).

Seu grande interesse pela história natural o levou a escrever uma grande obra em vários volumes denominada *Flore française* (flora da França) em 1779 que o tornou conhecido e abriu a porta de entrada para sua entrada na Academia Francesa de Ciências no ano seguinte. Na academia de ciências Lamarck conheceu o conde de Buffon que o contratou como tutor de seu filho em viagens pela Europa (a única viagem realizada por Lamarck para outros países) e quando retornou foi indicado em 1788 como assistente da área de botânica do Museu de História Natural localizado no *Jardin du Roi*, posto que ele ocupou nos cinco anos seguintes, mesmo após a morte de Buffon. Com as mudanças geradas pela revolução francesa e a transfor-

mação do *Jardin du Roi* em Jardin des Plantes houve uma reorganização das instituições científicas francesas e Lamarck foi indicado como professor de animais inferiores, mais tarde denominados de invertebrados, um termo criado por Lamarck. Até o final da revolução francesa Lamarck era claramente essencialista, mas com a virada do século e com o aprofundamento de seus estudos com invertebrados foi nascendo gradativamente o evolucionista conhecido nos livros de biologia. Lamarck tinha 55 anos quando iniciou a publicação de suas ideias evolucionistas. Esqueça aquela descrição simplista de Lamarck encontrada na maioria dos livros de biologia. Lamarck sem dúvida é uma das figuras mais difíceis de serem descritas na história da biologia e possuía grande ligação com as ideias de Newton, Descartes, Leibniz e Buffon. Por outro lado, o material de estudo de Lamarck no período em que trabalhava com invertebrados incluía uma série bastante representativa de moluscos fósseis e recentes, que certamente influenciaram no desenvolvimento de sua teoria. Lamarck acreditava que os seres vivos estariam organizados numa série crescente de perfeição em direção ao homem, acreditando na modificação das espécies numa linha filética lenta e gradual de complexidade, tendo sido nesse aspecto bem mais corajoso que Darwin cinquenta anos depois colocando o homem como parte integrante da história evolutiva. Numa de suas publicações ele afirmou "... Após uma longa sucessão de gerações... os indivíduos, originalmente pertencentes a uma espécie, transformam-se, por fim, numa nova espécie, distinta da primeira". Em outro trecho ele afirma "Com referência aos seres vivos, já não é mais possível duvidar que a natureza tudo tem feito aos poucos e sucessivamente". Nesse aspecto Lamarck contribuiu diretamente com o pensamento evolucionista ao ser o primeiro a considerar uma linhagem filética e na mudança das espécies ao longo do tempo geológico, além de colocar a natureza como responsável pela mudança, porém, a ideia de uma linha gradativa de perfeição remonta a uma força interior apontada para o caminho evolutivo que tornaria a evolução finalista, o que não é de forma alguma aceito na atualidade. Na verdade, muito do que foi atribuído nos livros de biologia como teoria de Lamarck não é dele de fato, mas simplesmente a expressão escrita do que já era senso comum naquela época nas discussões sobre a transmutação das espécies.

Uma das questões em que Lamarck se debruçou foi sobre a existência de extinção de espécies. Isso mesmo, atualmente seria motivo de riso duvidar da possibilidade de uma espécie desaparecer, mas naquela época os teólogos adeptos da Teleologia Natural e os newtonianos acreditavam em um mundo perfeito onde tudo se encaixava e a extinção de uma espécie seria tratada como uma peça a menos numa máquina e mais, como peça da máquina da criação não poderia mudar nunca. A maior parte dos filósofos do iluminismo era deísta e Deus não permitiria modificar o mundo, a partir do momento em que ele o criou. No entanto, na medida em que chegavam mais e mais fósseis vertebrados e invertebrados ao conhecimento científico,

ficava mais claro que muitas espécies deixaram de existir e sobre esse aspecto existiam várias teorias que tentavam explicar tal situação. Uma delas se apoiava na bíblia argumentando que os fósseis de espécies extintas teriam sido aqueles desaparecidos durante o dilúvio de Noé ou por uma grande catástrofe, teoria denominada Catastrofismo, defendida principalmente por um contemporâneo de Lamarck chamado Georges Cuvier, sobre o qual falaremos mais adiante. Uma segunda explicação seria de que as espécies ditas como extintas na verdade ainda existiam, mas estavam dispersas em alguma parte ainda não explorada do globo terrestre. Por fim, muitas extinções, especialmente a de mamíferos do quaternário eram atribuídas à ação humana. Lamarck, por sua vez, chegou a uma conclusão brilhante. "Não seria possível... que os fósseis em questão pertencessem a espécies ainda vivas, mas que se alteraram desde aquele tempo e ser converteram nas espécies que hoje vemos efetivamente?". Com essa linha de argumentos Lamarck atingiu o ponto fraco da Teleologia Natural. Com a contribuição das áreas de geologia e paleontologia e do uniformitarismo de Buffon, era ponto passivo que a terra havia passado por constantes mudanças ao longo de muito tempo, dessa forma a mudança evolutiva seria a chave para o problema da extinção, ou seja, como seria possível manter a harmonia com espécies estáticas se o meio está em constante modificação? Seria possível crer em espécies estáticas em um mundo constante, porém ao incluir o efeito do tempo e da modificação do meio a hipótese de harmonia estática não poderia se sustentar.

É importante ressaltar, portanto, o papel pioneiro de Lamarck como verdadeiro evolucionista, incluindo o homem como participante direto do processo evolutivo, com o meio ambiente ocupando uma função fundamental nesse processo, além de suas importantes contribuições acerca da questão da extinção e da defesa de um mundo físico e biológico dinâmico ao longo do tempo. No entanto, Lamarck não foi feliz em vários pontos de vista. Sobre a variação filética ele considerou apropriadamente a variação entre as espécies de um mesmo gênero ou família, mas não encontrou qualquer sentido em agrupar linhagens mais distantes, o que o fez lançar mão da abiogênese para a explicação do surgimento das espécies mais simples, que segundo ele poderiam ser geradas de forma espontânea. Para Lamarck não haveria sentido uma árvore filogenética única para a vida, o que representa uma enorme contradição, já que Lamarck foi também o criador do termo Biologia para designar uma ciência que inclui todos os seres vivos. Para explicar os mecanismos de mudança Lamarck utilizada a lei do uso e desuso, segundo a qual órgãos mais solicitados se desenvolveriam de uma forma que fosse apropriada às suas funções enquanto outros menos necessários seriam reduzidos ao longo do tempo e que tais mudanças seriam repassadas aos descendentes, que por sua vez foi denominada de teoria dos caracteres adquiridos, mas vale a pena estudar de forma criteriosa os trabalhos de Lamarck. Talvez tanto a lei do uso e desuso quanto a dos caracteres adquiridos,

utilizadas por Lamarck, não tenham sido de sua inteira autoria, uma vez que tais argumentos já haviam sido apresentados por outros autores anteriores a ele. Dentre as principais obras de Lamarck destaca-se o livro *Philosophie Zoologique* publicado em 1809, ano do nascimento de Charles Darwin.

Lamarck foi mais aceito pelos ingleses, mas teve muitos opositores na França, inclusive dentro de sua própria instituição o Museu de História Natural do *Jardin des Plantes*. O principal opositor de Lamarck foi Georges Cuvier (1769-1832), que em em 1795 foi convidado pelo naturalista francês Etienne Geoffroy Saint-Hilarie para ocupar uma vaga de assistente, mas que por sua grande competência, chegou ao posto de titular da cadeira de anatomia no Museu de História Natural. Além de sua eminência no campo das ciências, ocupou diversos cargos na Administração Pública, sendo que em 1808 foi nomeado, pelo Imperador Napoleão Bonaparte, Inspetor-Geral da Educação, cargo com o qual promoveu a reforma no sistema de ensino francês, que vigora sem grandes modificações até os dias de hoje.

Figura 1.11 - Georges Cuvier
(Fonte: http://www.sciencephoto.com).

Cuvier foi um dos principais pesquisadores naquele período, formulou as leis da Anatomia Comparada (1800) fornecendo a base de sustentação para essa área do conhecimento, foi autor de diversos trabalhos sobre divisão sistemática dos animais de acordo com suas estruturas corporais e lançou os fundamentos da Paleontologia moderna – *Paleontologia dos Vertebrados*. Ao longo de seus estudos desenvolveu habilidade em reconstruir organismos através de fragmentos fósseis, criando a lei da correlação das partes, segundo a qual cada órgão de um corpo se relaciona funcionalmente com todos os outros, e a harmonia e o bem-estar do organismo resultam da cooperação entre eles. Ainda que tenha sido religioso, talvez tenha sido esse aspecto que o tornou um ferrenho fixista, por não encontrar possibilidade de mudanças evolutivas nas espécies, argumentando que a mudança em uma parte do corpo tiraria a harmonia de todas as outras. Porém, foi como adepto do

catastrofismo que Cuvier firmou maior oposição às ideias de Lamarck. Cuvier defendia a existência de extinção de espécies, tendo considerado a hipótese de que os fósseis de espécies extintas eram decorrentes de catástrofes e que o criador poderia ter criado e destruído o mundo várias vezes, como ocorreu no dilúvio registrado na história bíblica. Para refutar a existência de evolução, Cuvier estudou detalhadamente a anatomia de múmias de gatos trazidos pela expedição de Napoleão Bonaparte ao Egito e verificou que não apresentavam diferenças anatômicas com os gatos atuais, mesmo considerando a os milhares de anos decorridos, o que torna claro de sua parte o desconhecimento do tempo geológico.

## A INGLATERRA E CHARLES DARWIN

Com a queda de Napoleão Bonaparte em 1815 a Inglaterra se destaca com principal potência mundial e as atenções do mundo científico também se deslocam para Londres. É importante considerar, entretanto, que a Inglaterra sempre teve grande tradição científica, tanto que algumas das universidades mais antigas do ocidente estão lá, com as universidades de Oxford e Cambridge. Para iniciar essa jornada para a Grã-Bretanha é importante considerar que o iluminismo dá grande destaque para uma série de filósofos franceses, tais como: Montesquieu, Diderot, D´Alembert, Voltaire, Rousseau ou Condorcet, que dominam as páginas da história como os principais gestores do Século das Luzes. No entanto, saindo da França e atravessando o Canal da Mancha encontraríamos na Inglaterra no mesmo período um grupo de visionários estreitamente associados à revolução industrial inglesa que criaram um clube de discussão, que envolvia poesia, invenção, política, desenvolvimento, história natural e outros temas. A palavra "lunático", utilizada para quem tem ideias mirabolantes, é derivada desse grupo que se reunia mensalmente em noites de lua cheia, por isso denominada Sociedade Lunar, fundada em 1775, cuja influência perdurou por muito mais tempo do que seus colegas franceses. A Sociedade Lunar era formada por um grupo heterogêneo de homens com o interesse comum no desenvolvimento humano, com a participação de poetas, industriais, inventores, educadores, químicos e outras figuras proeminentes. Dentre os seus feitos descobriram o oxigênio, inventaram a máquina a vapor, a água com gás, esboçaram uma teoria da evolução e fizeram maravilhas com máquinas e peças de louças. Dois dos principais participantes dessa sociedade eram avós de Charles Darwin, o seu avô paterno Erasmus Darwin, um renomado médico que também era escritor, fazia poesias e se interessava por invenções, mecânica e história natural com importantes publicações nessa área, com destaque para o livro *Zoonomia*. Pelo lado materno de Darwin também participava seu avô Josiah Wedgwood, famoso e rico proprietário do setor industrial que revolucionou a indústria de

cerâmica na Inglaterra, cuja marca ainda existe na atualidade. Não caberá aqui abordar com maior profundidade sobre a Sociedade Lunar, mas você poderá encontrar um excelente artigo em http://educaterra.terra.com.br/voltaire/cultura/2002/10/28/002.htm.

Essa contextualização é importante para que possamos saber em que berço nasceu Charles Darwin. O pai de Darwin, Robert Darwin seguiu a tradição familiar da medicina, sendo também um médico renomado na cidade de Shrewsbury e sua mãe, Susannah Wedgood, morreu quando ele tinha apenas oito anos de idade. Darwin era o quinto filho do casal com três irmãs e um irmão, mais velhos, e uma irmã mais nova. Apesar da boa educação, Darwin não era nenhum garoto prodígio na escola e tendo começado a ajudar seu pai no consultório médico, foi enviado aos 16 anos por ele para a universidade de Edimburgo na Escócia para cursar medicina acompanhando o seu irmão mais velho Erasmus Darwin (o mesmo nome do avô) que já fazia medicina naquela universidade. Embora Darwin tenha ficado um ano na gélida Edimburgo ele se interessou muito mais pelo estudo dos invertebrados marinhos e por geologia do que pela área de cirurgia, que achava insuportável. No entanto, Edimburgo não representou uma total perda de tempo, lá Darwin aprendeu taxidermia com John Edmonstone, que era um ex-escravo, que também despertou o entusiasmo de Darwin pelas florestas tropicais. O contato com Robert Jameson permitiu os primeiros aprendizados em Geologia. Porém, nenhum professor de Edimburgo recebeu maior atenção de Darwin que Robert Grant, que logo se aproximou de Darwin quando descobriu que ele era neto de Erasmus Darwin, autor do livro *Zoonomia* que trazia alguns ensaios sobre evolução, livro que o próprio Darwin até então não havia lido. Nesse período Grant atuou como orientador de Darwin e o apresentou às obras de Lamarck e `Etienne St. Hilaire. Nesta mesma época Darwin passou a fazer parte da *Plinian Society*, aonde publicou seu primeiro artigo sobre briozoários. Em abril de 1827 Charles voltou para casa e desistiu do curso de medicina. De volta a Shrewsbury o seu pai, que era muito rigoroso, não teve alternativa senão enviá-lo para a Universidade de Cambridge, com o intuito de torná-lo clérigo Anglicano, uma posição social respeitável e uma saída digna para o fracasso do filho como médico.

Darwin chegou em 1828, com 18 anos de idade na universidade de Cambridge, lá o seu interesse pela história natural se intensificou. Como a maioria dos jovens educados ingleses já conhecia a obra de Humboldt tratando de suas viagens pelo mundo e tinha o livro *Teologia Natural de William Paley* como um de seus livros preferidos, nele Paley afirmava que a complexidade e as adaptações dos seres vivos eram prova da intervenção divina na criação. Nesse período Darwin era um típico jovem inglês totalmente enquadrado na religião anglicana, acreditava no essencialismo e na fixidez das espécies, gostava de atirar, caçar e de, principalmente, colecionar besouros.

Nesse período a Teologia Natural dominava o pensamento dos naturalistas, especialmente pela grande influência da igreja nas universidades

inglesas da época, cujo corpo docente era formado essencialmente por religiosos e membros da igreja anglicana. Os estudos desenvolvidos pelos naturalistas desse período se dividiam em duas correntes: 1) a dos criacionistas-utilitaristas, que se preocupavam em explicar o ajuste perfeito do organismo na natureza, sem grandes preocupações com a relação dos organismos entre si e; 2) a dos idealistas, que ser preocupavam com o plano divino da criação e buscavam modelos e padrões na biodiversidade. As duas correntes estavam ligadas à ideia de um "projeto do organismo", que obviamente levaria a necessidade de um projetista. Willian Paley ficou famoso pelo exemplo dado sobre o relógio em seu livro *Teologia Natural* publicado em 1802, dizendo: "...observem um instrumento tão intricadamente organizado como um relógio e verão imediatamente que por trás deve existir um relojoeiro, da mesma forma, um projeto tão complexo e bem-adaptado como um organismo deve ter um projetista" (Vale a pena ler o livro "*O relojoeiro Cego*", de Richard Dawkins que dá uma resposta apropriada à metáfora de Willian Paley à luz do pensamento evolucionista).

Com o discurso dos teleologistas e a oposição de Georges Cuvier na França e Charles Lyell (1797-1875) na Inglaterra, o pensamento evolucionista foi praticamente extinto na Inglaterra durante a primeira metade do século XIX. Apesar de ter sido contrário às ideias de Lamarck, Charles Lyell por meio de seus estudos estratigráficos estava convencido que a terra tinha milhões de anos, tendo reforçado a teoria do tempo profundo de James Huton, além de ter difundindo o uniformitarismo, assumindo que os processos geológicos operaram lenta e gradualmente no passado da Terra, sem a ocorrência de grandes catástrofes.

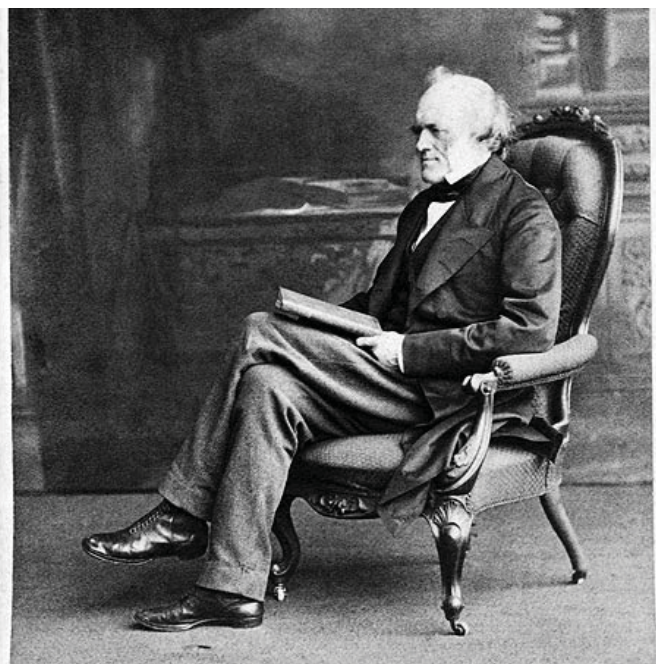



Figura 1.12 - Charles Lyell
(Fonte: http://science.discovery.com).

Segundo Lyell, "o presente é a chave para o passado". Dessa forma, Lyell mesmo não sendo evolucionista, foi radicalmente contrário ao catastrofismo de Cuvier e forneceu as bases geológicas que possibilitaram o pensamento evolucionista darwiniano que veremos a seguir.

Enquanto isso o nosso jovem Charles Darwin seguia sua formação no *Christ´s College* na Universidade de Cambridge buscando ser bacharel em Artes e aumentando sua coleção de besouros – O bacharelado era um pré-requisito da igreja Anglicana para admissão no clero. Entretanto, é importante ressaltar que os cursos superiores na época de Darwin eram muito diferentes dos atuais, tanto que as disciplinas que receberam maior atenção de Darwin em Cambridge foram Botânica, ministrada por Jonh Stevens Henslow (1795-1861) e Geologia com Adam Sedgwick (1785-1873). Atualmente seria impensável a realização de tais disciplinas em um curso de Artes.

Figura 1.13 - O botânico John Stevens Henslow (Fonte: http://friendsofdarwin.com).

Henslow foi um dos homens que mais influenciou Darwin durante a sua vida. Como Naturalista especialmente dedicado a Botânica, ofertava disciplinas com muitas atividades de campo e Darwin logo começou a frequentar os seus curos, e rapidamente tornou-se o "pupilo favorito"de Henslow. A proximidade era tanta que Darwin era conhecido como “O homem que andava com Henslow”.

## A VIAGEM NO *HMS BEAGLE*

Tendo concluído o curso de Bacharelado em Artes, Darwin estava inclinado a realizar uma viagem pelas florestas tropicais, incentivado por Henslow, planejou uma viagem para às ilhas Canárias localizadas próximas à

costa Africana. Como preparação para essa expedição, Darwin acompanhou Sedgwick numa expedição geológica ao país de Gales para se aperfeiçoar em geologia, algo essencial para um naturalista naquele tempo.

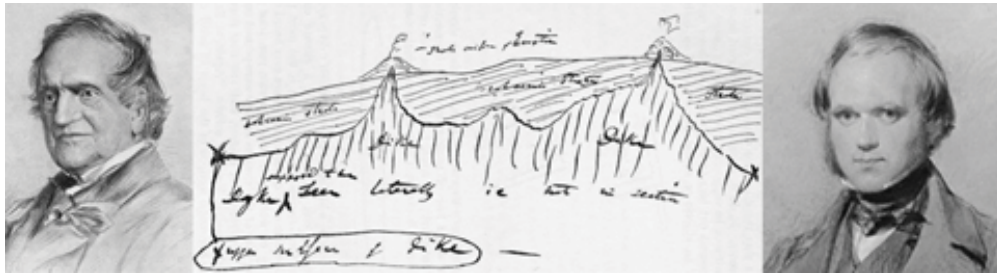



Figura 1.14 - Adam Sedgwick (à esquerda) e o jovem Charles Darwin (à direita) e ilustrações de Darwin realizadas durante saida de campo com Sedgwick.
(Fonte: http://throughthesandglass.typepad.com).

Durante o retorna da excursão, Darwin recebeu a notícia da morte de Ramsay, que seria o seu companheiro de viagem às Canárias. O planejamento de seis meses parecia ter sido em vão, mas quando chegou de volta à sua casa em Shrewsbury, recebeu um envelope que mudaria a sua vida.

No envelope havia uma carta de Henslow que indicava Darwin para embarcar no pequeno *HMS Beagle*, navio da Marinha Real Britânica, numa expedição exploratória de levantamento topográfico com a finalidade de aperfeiçoar cartas náuticas, com previsão de dois anos de duração sob o comando do jovem aristocrata Capitão Robert FitzRoy.

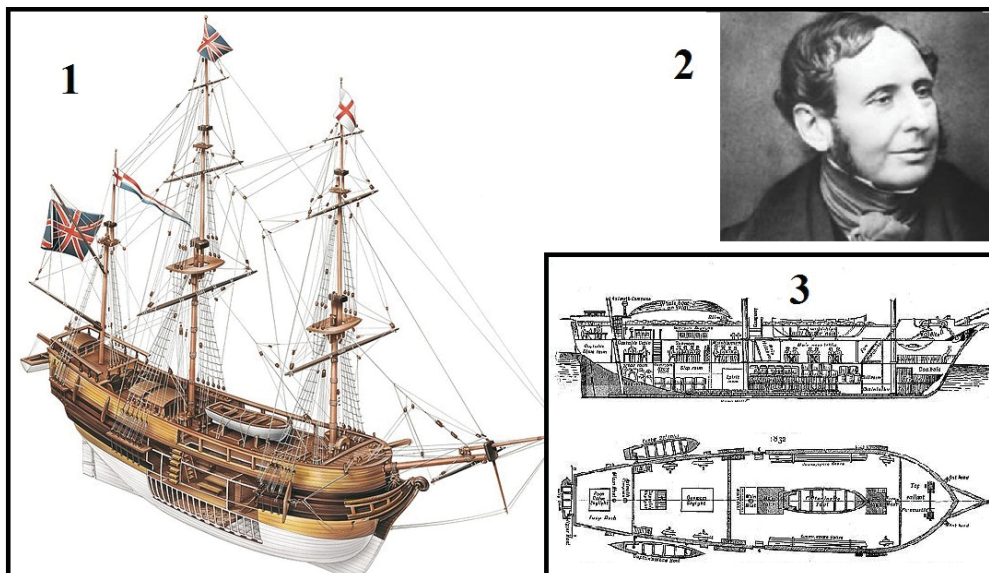



Figura 1.15 - O Navio Inglês HMS Beagle (1), seu capitão Robert Fitzroy (2) e vista longitudinal do navio (3)
(Fonte: Baseado em http://www.hmsbeagleproject.org).

O convite era destinado a alguém que pudesse fazer companhia e que fosse agradável ao capitão durante o longo período de viagem. O convite inicial era destinado ao próprio Henslow, mas atendendo aos apelos de sua esposa, resolveu indicar Charles Darwin em seu lugar. Quando Charles falou para o seu pai sobre o convite, o Sr. Robert Darwin foi radicalmente contra, mas Darwin conseguiu contornar a situação e receber o apoio do pai com a intervenção do seu tio Josiah Wedgwood. Quando Darwin se apresentou em Londres para conhecer o capitão FitzRoy a situação ainda não estava resolvida, pois seria necessário conquistar a simpatia do capitão para assegurar a sua participação. Darwin reunia todas as condições para acompanhar FitzRoy e a essa altura já era um naturalista formado, mas a confirmação só veio após uma semana e sob a condição de Darwin custear toda as suas despesas, o que custou caro, mas o Sr. Robert Darwin o financiou . Além das 500 libras, Darwin deveria providenciar seus equipamentos e materiais de coleta. Nesse período foi presenteado por FitzRoy com o primeiro volume da importante obra de Charles Lyell "*Principles of Geology*" que viria a ser um livro fundamental para Darwin.

Em 27 de dezembro de 1831 o *HMS Beagle* zarpou e Darwin descobriu rapidamente que sofreria bastante durante a navegação com enjoos que persistiram ao longo de toda a viagem. O Beagle fez a sua primeira parada no arquipélago de Cabo Verde, próximo a costa da África. A vegetação tropical deixou Darwin fascinado e a geologia do lugar permitiu que ele reforçasse a tese de Lyell de elevação e rebaixamento da crosta terrestre ao observar faixas de conchas bem elevadas próximo à praia, tendo iniciado ali a redação de seu diário de viagem. Darwin ficou em terra firme realizando expedições locais e reunindo informações geológicas, biológicas e coletando fósseis durante cerca de dois terços do tempo de viagem.

Chegando ao Brasil o navio aportou em Salvador em pleno Carnaval, no dia 29 de fevereiro de 1832, a cidade estava em festa e Darwin ficou maravilhado com a Floresta Atlântica, por outro lado, ficou indignado com a escravidão no Brasil. De Salvador o navio desceu a costa até o Rio de Janeiro e a popularidade de Darwin começou a incomodar, uma vez que ele recebia convites de dignatários, organizava expedições, mas o naturalista e cirurgião do Beagle não era Darwin, mas Robert McCormick que acabou indo embora e abandonando o Beagle. Dai por diante Darwin assumiu de fato a função de naturalista e contaminou a todos com sua mania de registrar e colecionar, de sorte que até o capitão começou a organizar suas próprias coleções (que estão depositadas no museu britânico e acabaram sendo muito úteis mais tarde para Darwin). Darwin à medida que coletava espécimes e fósseis os enviava para Henslow na Inglaterra para que ele os enviasse a especialistas e assim fez com milhares de amostras, tanto que Darwin já ocuparia um papel de destaque científico na Europa quando retornou a Inglaterra. No entanto, a viagem do Beagle durou muito mais tempo que o previsto, foram quase 5 anos de viagem. Durante esse tempo Darwin

entrou em contato com a fauna e a flora de diversas regiões, encontrando muitos fósseis e registrando diversos aspectos geológicos de seu interesse.

No Uruguai recebeu a segunda edição do livro *Principles of Geology* de Charles Lyell, que passou a ser um de seus livros de cabeceira. Darwin conheceu muito bem essa região tendo realizado diversas expedições pelos pampas, pela Patagônia, ilhas Malvinas e Terra do Fogo. Entrou em contato com os gaúchos, índios gigantes da Patagônia, fueguinos e até se viu envolvido numa revolução armada quando conheceu o general Juan Manoel Rosas da Argentina, que lhe deu um passaporte que o salvaria mais tarde durante uma expedição ao redor de Buenos Aires. Depois de conhecer essa região subiu a costa do pacífico, onde viu vulcão em erupção nos Andes, terremotos, florestas fossilizadas, passou pelo Chile, Peru, e navegou até as ilhas Galápagos, situadas a 900Km a Nordeste da costa do Equador.

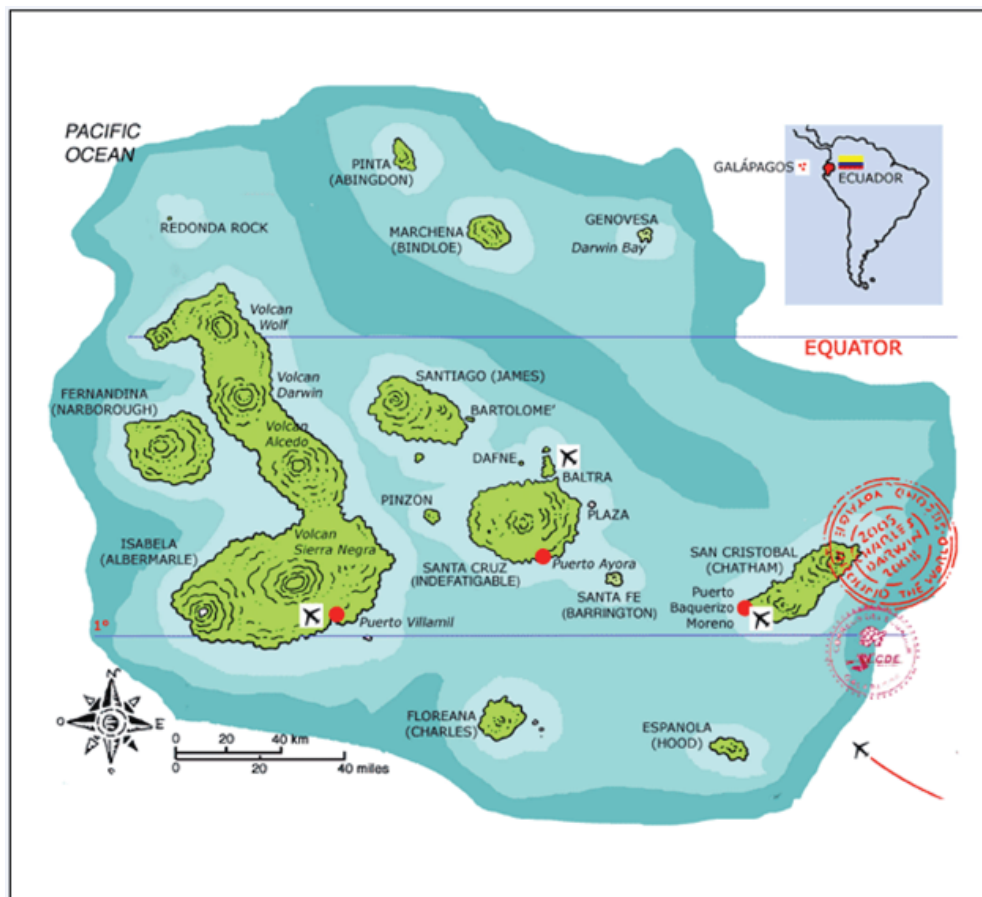



Figura 1.16- As ilhas Galápagos
(http://evolucaoebio.files.wordpress.com).

Em Galápagos verificou que cada ilha do arquipélago possuía populações distintas de plantas e animais, que também se diferenciavam das encontradas no continente. A variação dentro das espécies, a substituição por outras parecidas, os fósseis da Patagônia encontrados em seu ambiente natural, sob condições geológicas que não traziam sinal de qualquer

catástrofe, enfim, todos esses aspectos foram transformando Darwin e suas convicções, fazendo-o abandonar aos poucos o pensamento tipológico e levando-o a adotar uma visão gradualista do processo evolutivo, mas essa posição ainda não havia se completado em Darwin.

De Galápagos, o Beagle navegou para o Taiti, Nova Zelândia, chegando à Austrália em Janeiro de 1836. Na Austrália conheceu povos Aborígenes e realizou expedições entrando em contato com a fauna e flora locais, tendo conhecido ornitorrincos e diversas espécies de marsupiais. Da Austrália passaram por vários arquipélagos até chegar à Cidade do Cabo, onde encontraram o renomado cientista inglês John Herschel (1792-1871) que além de fazer observações astronômicas tinha um grande interesse em geologia, já que mantinha correspondência com Charles Lyell sobre a formação dos continentes e sobre o mistério de como novas espécies de formas de vida surgiram.

Do Cabo da Boa Esperança partiram de volta para a América do Sul, passando novamente por Salvador e retornando a Inglaterra em dois de outubro de 1836. Para obter maiores informações sobre essa fantástica viagem acesse os *sites:* Caminhos de Darwin http://www.casadaciencia.ufrj.br/caminhosdedarwin/ e Diário de Bordo http://www.pucrs.br/mct/evolucao/diariodebordo/index.html

Sugirou que utilizem o *link* a seguir para observar uma animação sobre a fantástica viagem de Darwin no Beagle criada pelo Museu de História Natural da Inglaterra: http://www.nhm.ac.uk/nature-online/science-of-natural-history/expeditions-collecting/beagle-voyage/

## DE VOLTA A LONDRES

Quase cinco anos haviam se passado e Darwin, então com 27 anos, tinha abandonado definitivamente suas pretensões de ser um pároco anglicano. De volta à Inglaterra Darwin já era considerado um naturalista renomado e teria muito no que trabalhar durante anos. O ano de 1837 foi bastante produtivo e cheio de novidades para Darwin. A situação política na Inglaterra havia mudado bastante nos últimos anos e nesse mesmo ano iniciaria o reinado da Rainha Vitória – o início da era Vitoriana – um período tranquilo e de grande desenvolvimento para a Inglaterra. Darwin começou a organizar seus espécimes e publicações, mas foi naquele ano que iniciou uma grande amizade e admiração mútua entre Darwin e Charles Lyell. Durante a análise dos espécimes de tordos-dos-remédios trazidos das ilhas Galápagos, o ornitólogo John Gould notou que as espécies coletadas eram bastante relacionadas e não gêneros ou famílias diferentes como Darwin havia suposto.

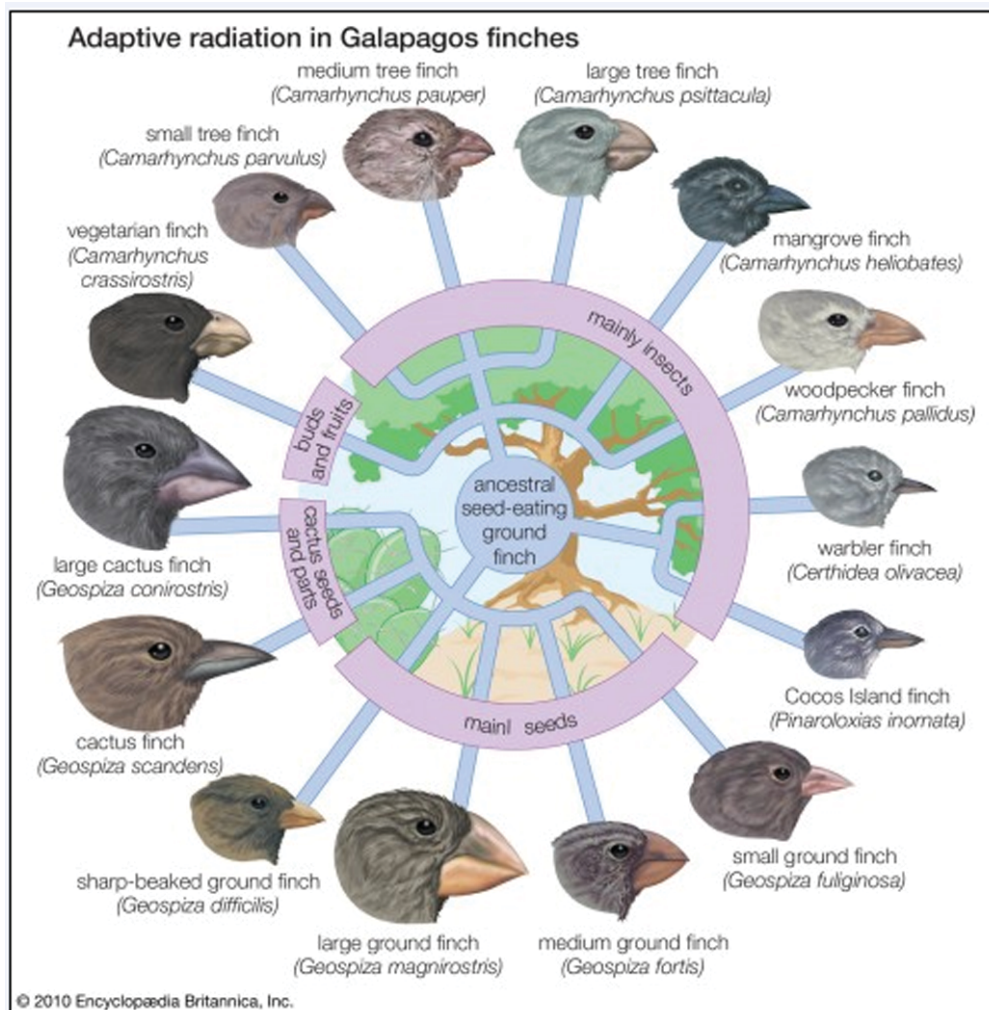



Figura 1.17 - Espécies de Tentilhões encontrados nas ilhas Galápagos
(Fonte: http://bizzymicbizness.com).

Darwin se lembrou de que o mesmo ocorria com as tartarugas e outras espécies observadas por ele. Nesse momento chegou à conclusão que as espécies devem ter um ancestral comum e poderiam se formar não apenas por transformação de uma espécie ancestral, mas por ramificação ou multiplicação de uma espécie que passasse a ocupar locais diferentes, separados por alguma barreira geográfica, levando Darwin a iniciar um caderno de notas sobre a transmutação das espécies.

Em setembro de 1838 Darwin leu como passatempo o livro *Essay on the Principle of Population* (1798) escrito por Thomas Malthus (1766-1834), um livro da área de economia que tratava do problema entre o crescimento geométrico da população humana e o aumento aritmético da oferta de alimentos.

Figura 1.18- - Thomas Malthus e o livro Essay on the principle of population.
(Fonte: http://1worldcinema.files.wordpress.com).

Lendo isso Darwin chegou ao possível mecanismo que explicaria a mudança evolutiva nas espécies, a Seleção Natural. Considerando que os recursos da natureza são limitados, apenas os mais aptos sobreviveriam e gerariam descendentes. Assim, em 1838, Darwin já possuía a base completa de sua teoria, mas não publicaria essas ideias durante 20 anos.

Em 1839 Darwin casou-se com a sua prima Emma Wedwood com quem teve 10 filhos, dos quais 7 chegaram a idade adulta. Durante esses 20 longos anos Darwin ampliou seu reconhecimento científico, contudo vivia de forma pacata numa propriedade denominada Down House, em Kent, um vilarejo afastado de Londres. Assuntos familiares, problemas de saúde, pesquisas com cirripédios (cracas), observações de abelhas, pombos, com raras participações nas sociedades científicas de que fazia parte. No entanto, sua atividade científica era intensa, escrevendo compulsivamente trocou milhares de cartas com diversos pesquisadores e intelectuais da época e trouxe para junto de si um seleto e influente grupo de amigos com os quais discutia abertamente suas ideias, com destaque para o geólogo Charles Lyell, o botânico Joseph Dalton Hooker (1817-1911) e Thomas Huxley (1825-1895), esse último apelidado de "O buldogue de Darwin", tamanha era a sua dedicação em defesa das ideias de Darwin, além de ter também atuado como principal difusor das ideias darwinianas no meio científico da época, utilizando a sua influência política a favor do darwinismo.

Figura 1.19 - Joseph Hooker (esquerda)e Thomas Huxley (direita)
(Fontes: baseado em http://www.iep.utm.edu).

Darwin tinha motivos de sobra para ter escondido as suas ideias. Naquele tempo a sociedade e o meio científico ingleses eram amplamente dominados pelos conservadores anglicanos e qualquer deslize poderia significar a sua ruína. Em 1844 Darwin chegou a escrever um ensaio não publicado com 230 páginas sobre a adaptação e a evolução das espécies e em 1856 ainda trabalhava no manuscrito sobre a origem das espécies que a esta altura já estava com mais de 10 capítulos e deveria ser muito grande. Charles Lyell nesse período, mesmo não concordando completamente com a teoria evolucionista de Darwin, tentou convencê-lo de publicar ao menos uma nota sobre o assunto, mas Darwin hesitou. No entanto, uma carta recebida em 1858 por Charles Darwin mudou a história do pensamento evolucionista.

## O EFEITO WALLACE

Alfred Russel Wallace (1823-1913) foi o grande responsável pela reviravolta na vida de Darwin.

Figuraa 1.20 - Alfred Russel Wallace
(Fonte: http://kids.britannica.com).

Nascido no País de Gales, Wallace foi de uma família pobre e atuou como aprendiz de agrimensor com seu irmão primogênito Willian em 1837, quando começou a lecionar desenho, cartografia e agrimensura em Leicester, onde conheceu Henry Walter Bates conhecido colecionador de insetos. Em 1848, Wallace e Henry Bates partiram para o Brasil onde Wallace permaneceu até 1852 explorando a região amazônica (leia o diário dessa viagem escrito por Wallace em: http://www.senado.gov.br/publicacoes/conselho/asp/pdfS.asp?COD_PUBLICACAO=245).

Wallace viajou - entre 1854 e 1862 - pelo Arquipélago Malaio e nesse período coletou cerca de 125.000 espécimes e mais de mil deles representaram espécies novas para a ciência, tendo contribuído também para a área de biogeografia identificando uma fronteira biogeográfica denominada atualmente como linha de Wallace.

Em julho de 1858 Wallace enviou para Darwin uma longa carta de 22 páginas que argumentava em detalhes sobre a tendência das variedades se afastarem Indefinidamente do tipo original, no qual ele relatava a sua própria teoria da seleção natural. Darwin ficou atônito e numa correspondência enviada a Charles Lyell comenta:

> Sua afirmação de que alguém se anteciparia a mim materializou-se da maneira mais incomum (...). Nunca vi coincidência mais impressionante. Se Wallace dispusesse de meu manuscrito, redigido em 1842, não poderia ter feito um resumo melhor! Até seus termos figuram hoje como Títulos de meus Capítulos (...). Portanto, toda a minha originalidade, seja ela qual for, será destroçada (DARWIN, 1858, p. 107).

Enquanto Wallace se mantinha vendendo espécimes para colecionadores, Darwin jamais precisou trabalhar para se manter. Apesar dessa disparidade social, ambos percorreram caminhos muito parecidos, conheceram regiões tropicais, leram livros de Humboldt e Malthus e se interessavam pela questão de evolução das espécies, logo não seria de se estranhar que acabariam chegando às mesmas conclusões sobre evolução.

Apesar de Wallace não ter pedido que publicassem o seu ensaio, Charles Lyell e Joseph Hooker decidiram apresentar o ensaio junto a trechos de um artigo, que Darwin havia escrito em 1844 e mantido confidencial, à *Linnean Society of London*, em 1 de julho de 1858, dando destaque à teoria de Darwin. E importante, portanto, lembrar do mérito de Alfred Russell Wallace atribuindo a autoria da teoria da Seleção Natural como pertencente a Darwin & Wallace.

Depois desse episódio Darwin resolveu finalmente apressar a sua publicação sobre o tema. O livro foi publicado em novembro de 1859 com o título: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, ou simplesmente "A origem das espécies". Esse é o livro mais conhecido do mundo na área de Ciências Biológicas e fez de Charles Darwin um cientista revolucionário.

"But with regard to the material world, we can at least go so far as this—we can perceive that events are brought about not by insulated interpositions of Divine power, exerted in each particular case, but by the establishment of general laws."

W. Whewell: *Bridgewater Treatise.*

"To conclude, therefore, let no man out of a weak conceit of sobriety, or an ill-applied moderation, think or maintain, that a man can search too far or be too well studied in the book of God's word, or in the book of God's works; divinity or philosophy; but rather let men endeavour an endless progress or proficience in both."

Bacon: *Advancement of Learning.*

*Down, Bromley, Kent,*
*October 1st, 1859.*

ON

THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE FOR LIFE.

By CHARLES DARWIN, M.A.,

FELLOW OF THE ROYAL, GEOLOGICAL, LINNÆAN, ETC., SOCIETIES;
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES DURING H. M. S. BEAGLE'S VOYAGE ROUND THE WORLD.'

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1859.

*The right of Translation is reserved.*

Figura 1.21 - O livro "A origem das Espécies" publicado por Darwin em 1859
(Fonte: http://anthro.palomar.edu).

## QUAL FOI A REVOLUÇÃO DE CHARLES DARWIN?

Lamarck pode ser considerado o primeiro evolucionista, mas o mecanismo apresentado por ele para a evolução era incompleto e inadequado, o que não é exceção no processo contínuo de produção científica que é caracterizado não por suas certezas, mas pelas verdades provisórias. Além disso, as ideias conservadoras fixistas-mecanicistas e a teologia natural eram tão fortes no final do século XVIII e início do século XIX que era quase impossível romper com o essencialismo teleológico ainda vigente naquele tempo. Darwin quebrou esse ciclo e deu a variação entre e dentro das espécies o seu verdadeiro sentido. Para os essencialistas as espécies poderiam ser classificadas como essências imutáveis e perfeitas, criadas como um encaixe perfeito em um mundo estático e planejado por um arquiteto. As variações entre os indivíduos de uma espécie eram tratadas como erros desprezíveis. No entanto, para Darwin a variação não é um erro, mas uma importante propriedade das espécies. Os indivíduos de uma espécie são naturalmente diferentes uns dos outros e em função dessa variação alguns podem ser mais aptos que outros a sobreviver e/ou reproduzir em determinados ambientes. Nesse processo os mais aptos apresentam maior probabilidade de prosperar e contribuir para as próximas gerações. Nascem dai as mudanças populacionais lentas e graduais ao longo do tempo. Em resumo a teoria darwiniana pode ser resumida em cinco partes:

## TEORIA DO ASCENDENTE COMUM

"Todas as plantas e animais descendem de algum ser no qual a vida surgiu antes". Nenhuma das teorias de Darwin foi aceita com tanto entusiasmo como esta, porque deu sentido à semelhança entre os seres vivos, à distribuição geográfica de certas espécies e à anatomia comparada. Atualmente a análise molecular de genomas ofereceu a prova definitiva de que todos os organismos complexos descendem de seres unicelulares, além de tornar evidente o grau de relacionamento genético entre as espécies.

Figura 1.22 - As anotações de Darwin com o esboço de uma árvore filogenética em seu sentido atual com a ideia de ascendente comum.
(Fonte: http://www.sciencebuzz.org).

## TEORIA DA EVOLUÇÃO

Segundo ela, o mundo não se encontra em equilíbrio estático, as espécies se transformam ao longo do tempo. Apesar dessa ideia ter surgido muito antes de Darwin, sendo defendida por Lamarck e outros, foi Charles Darwin que conseguiu os argumentos adequados para sustentar essa teoria.

## GRADUALISMO

As mudanças evolutivas ocorrem lenta e gradualmente, e não aos saltos. Para Darwin as espécies se modificam gradualmente segundo um processo lento de adaptação: "Como a seleção natural age somente por meio do acúmulo de sucessivas variações favoráveis à sobrevivência, não pode produzir grandes nem súbitas modificações: ela deve exercer sua ação em passos lentos e vagarosos". Essa ideia de gradualismo aplicada aos seres vivos pode ser considerada em algum grau uma adaptação do uniformitarismo defendido por Charles Lyell, aplicado às mudanças geológicas lentas e graduais sofridas pelo planeta.

## MULTIPLICAÇÃO DAS ESPÉCIES

Considerando o exemplo dos tordos-dos-remédios das ilhas Galápagos foi possível supor a existência de um ancestral comum que se dividiu em grupos que se diversificaram e se adaptaram às diferentes ilhas. Desse modo a multiplicação das espécies e a biodiversidade como um todo poderia ser explicada como produto do processo evolutivo sem ter que lançar mão da geração espontânea.

## TEORIA DA SELEÇÃO NATURAL

A seleção natural destruiu o fixismo que dominou a biologia durante milênios, segundo o qual cada espécie existiria para atender a determinada necessidade envolvendo explicações sobrenaturais baseadas numa escala natural que apontava os organismos dos menos complexos para os mais complexos em direção ao homem, como o ápice da criação. Nesse aspecto a seleção natural é um processo determinista que age como mecanismo principal do processo de mudança evolutiva que leva a adaptação das espécies ao meio, mas que pode mudar completamente de direção com a mudança dos fatores ambientais, portanto é alheia a qualquer finalidade.

## O PROBLEMA DA TEORIA DE CHARLES DARWIN

Para Darwin a variação encontrada nas populações de seres vivos é um ingrediente fundamental para o processo evolutivo, ou seja, a Seleção Natural só pode agir se houver diferença entre os indivíduos, mas qual seria a origem da variação? Para essa pergunta Darwin não teria a resposta correta, uma vez que a variabilidade genética que conhecemos hoje era completamente ignorada por Darwin e seus pares que acreditavam em Atavismo,

misturas e Pângenese. É curioso que Darwin tenha sido contemporâneo de Gregor Mendel (1822-1884), o monge austríaco radicado na atual República Tcheca que é considerado o pai da genética.

Figura 1.23 - Gregor Mendel: o pai da Genética
(Fonte: http://www.brasilescola.com).

Mendel publicou seus trabalhos com hibridação de ervilhas em 1865, apenas alguns anos após Darwin ter publicado o seu livro *Origem das Espécies*. Infelizmente Mendel publicou seu trabalho no tempo e no lugar errado, tendo permanecido na obscuridade até a sua morte, seus trabalhos só foram redescobertos em 1900 quando Mendel e Darwin já haviam morrido. Os sucessores de Mendel do século XX finalmente conseguiram concluir a obra de Darwin fornecendo as explicações necessárias sobre a origem e os mecanismos da variação genética e fenotípica das espécies ignorados por ele.

## A CAMINHO DA TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

No final do século XIX o darwinismo já havia se consolidado, mas algumas pessoas deturparam as ideias de Darwin, com destaque para Herbert Spencer (1820-1903) utilizando-as de forma inapropriada no que foi mais tarde chamada de darwinismo social, que utilizava o termo "sobrevivência do mais apto" para as diferentes populações humanas e para justificar a diferença entre as classes sociais, influenciando mais tarde a Eugenia que culminou em Hitler que defendia a superioridade dos Arianos na Segunda Guerra Mundial. Infelizmente não caberá aqui discutir profundamente esse tema, mas um excelente capítulo sobre eugenia pode ser lido em DNA: o segredo da vida, livro de James Watson. Além do polêmico darwinismo

social (que o próprio Darwin provavelmente reprovaria), a dificuldade de Darwin em dar uma explicação satisfatória para a variação fez com que a sua teoria tivesse perdido um pouco do vigor nesse período que antecedeu o século XX.

August Weismann (1834-1914) foi uma Figura de destaque no final do século XIX, ele formulou a teoria da continuidade do plasma germinal, apresentando que as células germinativas se desenvolvem de forma independente das linhagens somáticas, o que acabou de vez com a crença na teoria dos caracteres adquiridos.

No ano de 1900 a redescoberta de Mendel e o surgimento da Genética com a contribuição independente dos botânicos: Hugo De Vries (1848-1935) da Holanda e Karl Correns (1864-1933) da Alemanha.

**Hugo de Vries (1848-1935)**

**Carl Correns (1864-1933)**

Figura 1.24 - Hugo De Vries e Karl Correns: os redescobridores de Mendel (Fonte: baseado em http://1.bp.blogspot.com).

Ao contrário do que se possa parecer, o surgimento da genética acirrou o debate sobre a validade da Seleção Natural como força principal do processo evolutivo, criando um longo debate entre biometristas, liderados por Karl Pearson (1857-1936) que acreditavam na evolução lenta e gradual darwiniana e os Mendelistas, liderados por Willian Bateson (1861-1926) que acreditavam em evolução descontínua. Com o acúmulo de evidências a favor dos trabalhos de Mendel no início do século XX, os biometristas e o próprio darwinismo diminuíram a sua importância naquele período. No ano de 1908, o médico alemão Wilhelm Weinberg (1862-1937) e o matemático inglês Godfrey H. Hardy (1877-1947), de forma independente, criaram o princípio básico da genética de populações, generalizando o mendelismo para a escala populacional utilizando o binômio de Newton.

Nesse mesmo período Hugo De Vries inventou o termo "mutação" quando trabalhava com uma planta que gerava descendentes muito diferentes da linhagem parental. A mutação passou a empregada a partir de então para descrever o fenômeno do surgimento de novas variantes genéticas. Os trabalhos com mutação foram muito aprofundados nos Estados Unidos pela equipe do geneticista Thomas Morgan (1866-1945) trabalhando com moscas de fruta (Drosophila sp). A mutação passou a ser considerada um dos principais fatores evolutivos. Hugo De Vries, entusiasmado com as mutações, criou uma teoria completamente nova que romperia com o darwinismo, que atribuía às mutações o surgimento de novas espécies, alimentando o que passou a ser chamado de Saltacionismo. Tal teoria caiu por terra algumas décadas mais tarde.

O período de controvérsias entre o darwinismo e a genética chegou ao fim com o trabalho com o inglês Ronald Fisher (1890-1962), criador de boa parte da estatística paramétrica e que também ocupou papel central na pesquisa em genética de populações e na construção da teoria sintética da evolução. Fisher conseguiu demonstrar em um trabalho publicado em 1918 que os caracteres quantitativos analisados pelos biometristas também eram controlados por padrões de herança mendeliana, sendo a diferença entre caracteres qualitativos e quantitativos decorrente simplesmente do número de genes envolvidos. Dessa fusão nasceu a genética biométrica que trabalha com características quantitativas. Com o descrédito do mutacionismo e o trabalho de Fisher, o darwinismo renasceu fortemente, superando a maior de suas deficiências, uma fez que já poderia explicar de forma satisfatória que as variações entre os indivíduos de uma espécie eram geradas pela recombinação genética, por meio de *crossing-over* e pelo mecanismo de segregação independente entre os pares de cromossomos homólogos, além da sedimentação do conceito de mutação, que no final da década de 1930 já era bastante conhecido, incluindo diversas formas de mutação, seus efeitos deletérios e reconhecida a sua importância como matéria prima da evolução na geração de novas variantes genéticas.

Figura 1.25 -John Burdon Sanderson Haldane (Fonte: http://www.biography.com).

Nas décadas de 1930 e 1940, com o crescente aumento do interesse pela teoria evolutiva em função do rápido desenvolvimento da genética, surgiram novas e importantes contribuições para a teoria. No ano de 1932 o biólogo John Burdon Sanderson Haldane (1892-1984) publicou o livro *The causes of evolution*, uma obra marcante para o Neodarwinismo.

O geneticista americano Sewall Wright (1889-1988) publicou em 1931 um artigo sobre a evolução em populações mendelianas, onde apresentou a sua teoria do Equilíbrio Deslocante (*shifiting balance theory*), considerando novos conceitos como o de população efetiva, relativo ao cálculo do número de indivíduos que efetivamente participam do processo reprodutivo e deriva genética, associado a perda e/ou fixação de alelos ao acaso em populações finitas, conceitos atualmente fundamentais para a teoria evolutiva.

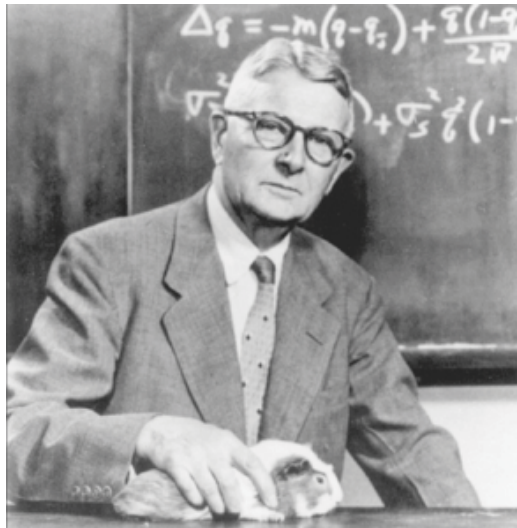



Figura 1.26 - Sewall Wright
(Fonte: http://www.els.net).

A pesquisa de Sewall Wright passou a ter grande importância junto ao trabalho de outros pesquisadores importantes, como o geneticista ucraniano radicado nos Estados Unidos Theodosius Dobzhansky (1900-1975) e o paleontólogo americano George Gaylord Simpson (1902-1984)

Figura 1.27 - Theodosius Dobzhansky
(Fonte: http://www.pbs.org).

1.28 - George Simpson
(Fonte: http://www.pbs.org).

que utilizou o equilíbrio deslocante para explicar padrões de macroevolução, tanto Dobzhansky (que desenvolveu diversas pesquisas no Brasil) quanto Simpson deram importantes contribuições para a pesquisa e o ensino de evolução, tendo ocupado papel de destaque nessa área. No entanto, o grupo liderado por Ronald Fisher não aceitou bem a influência da deriva genética como fator evolutivo, tanto que a deriva aparece timidamente da teoria sintética da evolução estabelecida na década de 1940 a partir da fusão dos conceitos darwinianos sobre seleção e variação com as descobertas do mendelismo, além da contribuição de diversas outras áreas da Biologia. Nessa fase de consolidação da teoria sintética da evolução foram fundamentais os trabalhos de pesquisa e divulgação desenvolvidos por Ernst Mayr (1904-2005), Julian Huxley (1887-1975) e George Stebbins (1906-2000).

## DA TEORIA SINTÉTICA AOS DIAS ATUAIS: A NECESSIDADE DE UMA NOVA SÍNTESE EVOLUTIVA

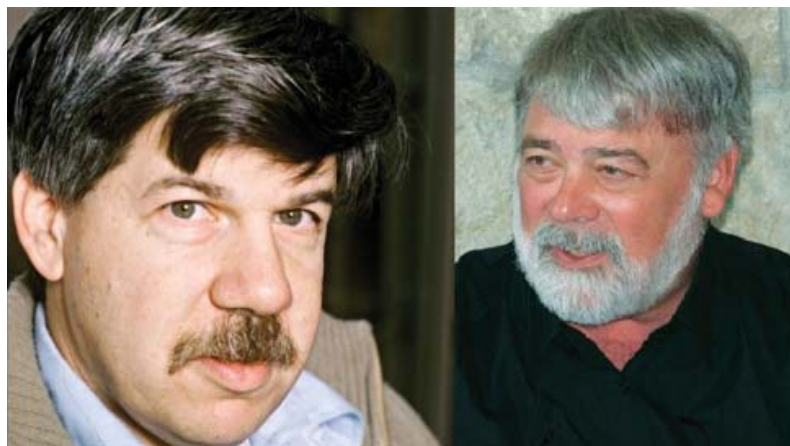
A visão da teoria evolutiva se modificou muito desde a década de 1950. O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular chegaram a um nível extraordinário de análise, permitindo a comparação de genomas inteiros de milhares de espécies, algo impensável na década de 1950. Para se ter uma ideia, quando Oswald Avery (1877-1955) e sua equipe em meados da década de 1940 determinaram que o DNA era capaz de transmitir informações hereditárias, isso foi considerado um absurdo, uma vez que a comunidade científica da época acreditava que as proteínas eram o material genético, só em 1952, finalmente Martha Shase (1927-2003) e Alfred Hershey (1908-1997) comprovaram definitivamente que o DNA é o material genético . Em abril de 1953 o geneticista americano James Watson (1928- Atualidade) e o inglês Francis Crick (1916-2004) publicaram na revista Nature o artigo mais conhecido da área de ciências biológicas no século XX, que elucidava a estrutura molecular do DNA. Essa grande revolução na área de genética molecular continuou a crescer exponencialmente após a década de 1950 com o auxílio do desenvolvimento tecnológico.

1.29 - Motoo Kimura (Fonte: http://www.annualreviews.org).

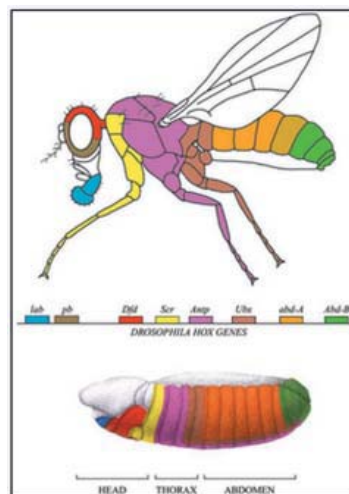
No campo específico da evolução, duas teorias mais recentes não haviam sido incorporadas na nova síntese: o Neutralismo e o Equilíbrio Pontuado. O Neutralismo nasceu das ideias do pesquisador japonês Motoo Kimura (1924-1994).

Kimura estudou botânica na Universidade Imperial de Kyoto e foi trabalhar com um renomado geneticista japonês chamado Hitoshi Kihara. Realizou estudos tanto no Japão quanto nos Estados Unidos, em parceria com James Crow (1916-2012), da Universidade de Wisconsin, instituição onde Kimura recebeu seu Ph.D. Utilizando dados moleculares, Kimura chegou à conclusão, através de vários cálculos de taxas

de evolução dos genes, de que a seleção natural não possuía força suficiente para explicar taxas evolutivas tão rápidas. Assim, segundo ele, a maior parte da evolução ao nível molecular ocorreu de forma aleatória, por meio de processos que envolviam as mutações e a deriva genética. Essa é a ideia principal da teoria defendida por Kimura, que pode ser chamada de Neutralismo ou Teoria Neutra da Evolução Molecular. Essa teoria afirma que a maior parte da evolução molecular é não-adaptativa, ou seja, que a maior parte das mutações que ocorrem não resulta em benefício ou em prejuízo para a espécie, comportando-se de forma neutra. Como essas mutações não são expressas pelo fenótipo, já que não causam alterações funcionais em nenhuma proteína, elas são fixadas e/ou perdidas pela deriva genética, à revelia da seleção natural que não teria nenhum efeito sobre elas. A diferença fundamental entre o neutralismo e o selecionismo está justamente nas frequências das mutações neutras e vantajosas. Porém, ambas as teorias concordam com relação à alta frequência de mutações desvantajosas, em decorrência da condição bem adaptada não só no nível de organismo, como também no molecular. O neutralismo reequilibrou as forças entre os fatores evolutivos, aumentando o valor da deriva genética para o processo evolutivo, uma vez que esse fator não passava de uma curiosidade matemática proposta por Sewal Wright na década de 1930. Em função da controvérsia Neutralismo/Selecionismo, mais recentemente aceita-se um meio termo para a evolução molecular, também chamada de quase-neutralismo. Nas palavras de Tomoko Ohta (1933- Atualidade), orientada por Kimura: "A teoria quase neutra pode ser resumida da seguinte forma. Tanto a deriva genética como a seleção influenciam o comportamento de mutações fracamente selecionadas. A deriva predomina em populações pequenas, e a seleção em populações grandes. A maioria das novas mutações é deletéria, e a maioria das mutações de efeito pequeno devem ser muito fracamente deletérias. Há seleção contra essas mutações em populações grandes, mas se comportam como neutras e populações pequenas"

A teoria do Equilíbrio Pontuado, por sua vez, nasceu na década de 1970 com a publicação dos trabalhos dos paleontólogos Niles Eldredge (1943- Atualidade) e Stephen Jay Gould (1941-2002).

1.30 - Stephen Jay Gould (esquerda) e NilesEldredge (direita)
(Fonte:Baseado em http://www.biography.com).

O equilíbrio pontuado propõe que a maior parte das populações de organismos sexuados apresentam pouca mudança ao longo do tempo geológico e, quando mudanças evolutivas no fenótipo ocorrem, elas se dão de forma rara e localizada em eventos rápidos de especiação. O equilíbrio pontuado contrasta com a teoria darwiniana do gradualismo, a qual afirma que a evolução ocorre por meio de um processo, suave, lento e contínuo. Tais afirmações vieram da observação de que o nível de gradualismo considerado por Charles Darwin era praticamente inexistente no registro fóssil, e que a estabilidade dominava a história da maioria das espécies fósseis. A teoria do equilíbrio pontuado leva em conta o modelo de especiação peripátrica defendido por Ernst Mayr em que pequenas populações periféricas teriam uma grande importância evolutiva, mas dificilmente deixariam fósseis, já que existe uma probabilidade bem maior de que os fósseis encontrados sejam provenientes das grandes e estáveis populações centrais.

Outro assunto atual que merece destaque é a biologia evolutiva do desenvolvimento (*EvoDevo*) que aborda comparativamente os mecanismos e sequências do desenvolvimento embrionário, buscando explicar como os genes poderiam produzir novas formas, funções e comportamentos durante o processo evolutivo. A biologia do desenvolvimento permaneceu por muito tempo à margem da síntese evolutiva, e somente a partir da década de 1980 que o desenvolvimento ganhou destaque maior no campo da evolução, a partir da descoberta de genes que regulam o desenvolvimento embrionário em organismos-modelo, como é o caso do grupo de genes Homeóticos. Estes genes controlam a expressão de milhares de outros genes. Um homeobox é um segmento de uma seqüência de DNA encontrado em genes envolvidos na regulação do desenvolvimento (morfogênese) de animais, fungos e plantas. *Genes homeobox* codificam fatores de transcrição que tipicamente ativam outros genes numa reação em cadeia, como por exemplo, contendo todas as informações necessárias para o desenvolvimento uma determinada estrutura, portanto fundamentais na construção do corpo, mutações nestes genes geralmente acarretam grandes consequências.

1.31 - Representação dos genes Hox em drosófila com seu posicionamento no DNA e seus respectivos locais de expressão.
(Fonte: http://evolucaodemetazoa.blogspot.com.br).

A descoberta destes genes que gerenciam a organização segmentar do corpo, com elementos característicos em cada segmento, pode ser observada em muitos grupos de animais, inclusive nos mamíferos. Os principais estudos desenvolvidos nesse campo utilizaram moscas de frutas como organismo modelo. No entanto, estudos posteriores demonstraram a existência de genes homólogos aos *Hox de Drosophila* em todos os Bilateria, como também a conservação do seu padrão de expressão ao longo do eixo ântero-posterior do corpo. O mais surpreendente, entretanto, foi a descoberta de que não somente existem homólogos destes genes homeóticos em quase todos os grupos de animais, mas que também a sua organização gênica foi mantida ao longo da evolução dos grupos. O estudo da biologia do desenvolvimento tem permitido o refinamento da teoria sobre a origem de novas formas evolutivas. Um excelente artigo que trata do histórico da EvoDevo pode ser encontrado em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-31662010000100002&script=sci_arttext

Finalmente, outro ramo recente que tem implicações na teoria evolutiva é a epigenética, termo dado a todas as mudanças reversíveis e herdáveis no genoma funcional que não alteram a sequência de nucleotídeos do DNA. Os mecanismos epigenéticos envolvem fortemente a participação de moléculas de RNA e parecem estar interligados para a organização estrutural da cromatina, tornando-a mais acessível ou não aos fatores de transcrição. As mudanças epigenéticas são fortemente influenciadas pelo ambiente. Qualquer alteração ambiental pode acarretar em mudanças epigenéticas. O estresse ambiental, incluindo a hibridação e a poliploidização, são determinantes na ocorrência de variações epigenéticas. Tal situação torna necessária uma revisão das teorias evolutivas, que desde Lamarck não consideravam o ambiente como promotor direto de mudanças herdáveis nos organismos.

Todas essas novidades advindas do conhecimento gerado nas últimas décadas precisam ser incorporados à teoria evolutiva e exigem uma nova síntese.

## CONCLUSÃO

Isaac Newton certa vez referindo aos trabalhos anteriores de Galileu Galilei e Johannes Kepler disse "Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes". Essa frase ilustra o significado do histórico do pensamento evolucionista para um biólogo em formação. Sabendo sobre os cientistas que fizeram essa história é possível reconhecer o papel de cada um, considerando as limitações de cada época, entendendo como estavam estruturadas suas ideias, com suas genialidades e limitações. Quem começa sua formação sabendo sobre a contribuição dos pensadores em diferenças épocas pode se sentir nos ombros de gigantes e terá a possibilidade de enxergar mais longe. A ciência é formada de um conjunto de realidades provisórias numa obra inacabada em constante modificação.

Considerando o histórico do pensamento evolucionista é possível entender a contribuição do pensamento darwiniano e do suporte da genética no estabelecimento da teoria sintética da evolução. No entanto, mais de meio século mais tarde de acúmulo de novos conhecimentos tornou a síntese incompleta e carente de refinamentos e complementações. A teoria Neutralista, o Equilíbrio Pontuado, a Epigenética e os genes *Hox* são importantes contribuições posteriores a teoria sintética que precisam ser integrados ao pensamento evolucionista. Entretanto, é importante ressaltar a inquestionável contribuição de Charles Darwin à teoria evolutiva, fazendo da variação uma propriedade das espécies e da evolução um processo biológico natural que liga todos os seres vivos numa mesma árvore da vida.

## RESUMO

O histórico do pensamento evolucionista contado nesse capítulo começa a mais de 2400 anos ligando a Grécia Antiga aos dias atuais. O essencialismo de Platão dominou por mais de 2000 anos alimentando a fixidez das espécies. No entanto, Charles Darwin conseguiu trazer uma nova luz quando mostrou que a variação não é um erro, mas uma propriedade das espécies sobre a qual a seleção natural pode atuar. A revolução de Darwin somada aos avanços da genética fazem da teoria evolutiva a base das Ciências Biológicas. Parafraseando Dobzhansky, nada em Biologia faz sentido, exceto à luz da Evolução.

## ATIVIDADES

1. Faça uma linha do tempo relacionando os principais personagens do histórico do pensamento evolucionista.
2. Trace no *Mapa Mundi* o caminho percorrido por Charles Darwin durante os cinco anos de viagem a bordo do HMS Beagle.

## COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

1. Utilize uma régua de 30 centímetros e utilize um centímetro para cada século, deixando os dois primeiros centímetros e os três últimos livres. Comece a contar no período da Grécia Antiga e siga até os dias atuais. Depois acrescente os principais nomes dessa história, em cada ponto da linha do tempo, acrescendo ao nome de cada um uma ou duas frases que resumiriam o seu pensamento. No final acrescente fatos históricos importantes ocorridos em cada época e as localizações geográficas em que viviam os personagens utilizados. Essa linha do tempo servirá como importante ferramenta para a organização de suas ideias.
2. Para essa atividade utilize o *link*: http://www.nhm.ac.uk/nature-online/science-of-natural-history/expeditions-collecting/beagle-voyage/.

## AUTOAVALIAÇÃO

1. Compare o essencialismo de Platão ao pensamento Darwiniano.
2. Quais foram as contribuições de Charles Darwin a teoria evolutiva?
3. Quais as falhas observadas atualmente no pensamento de Charles Darwin?
4. Caracterize a teoria sintética da evolução e argumente sobre a necessidade de uma nova síntese.
5. Comente sobre alguns personagens do histórico do pensamento evolucionista relacionados ao *Jardin des Plantes* de Paris.

## PRÓXIMA AULA

A próxima aula tratará das bases teóricas da genética de populações considerando uma população ideal em equilíbrio. Será fácil entender como os fatores evolutivos atuam quando entendemos como seria a dinâmica de uma população na ausência desses fatores. Falaremos no próximo capítulo sobre o equilíbrio de Hardy & Weinberg que comprova que as frequências gênicas e genotípicas permanecem constantes numa população ideal e todas as exceções a isso são ingredientes da evolução.

## REFERÊNCIAS

DARWIN, C. R. **A origem das espécies.** Belo Horizonte: Editora Itatiaia, 2002.

FUTUYMA, D. **Biologia evolutiva** – Editora Funpec, 3ª edição, Ribeirão Preto, SP, 2009.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico:** diversidade, evolução e herança. Brasília: UnB, 1998.

Valva, F.D. & Diniz-Filho, J.A.F. O histórico do pensamento evolucionista, **Cadernos de Biologia**, Mestrado em Biologia, UFG, Goiânia-GO. 1998.